

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-187072

(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04L 29/06

(21)Application number : 09-363710

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 17.12.1997

(72)Inventor : KURIMOTO TAKASHI
SHIMIZU TAKASHI
KAWAMURA RYUTARO
HAYASHI KAZUHIRO

(54) PACKET TRANSMISSION SYSTEM INSIDE NETWORK AND PACKET TERMINAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a packet transmitting system and a transmission terminal with which the amount of packet information is controlled so as to equalize the flow rate control of a packet for each connection, and transfer time is shortened while the result of flow rate control is taken into consideration in the terminal without increasing congestion.

SOLUTION: A relay network for packets is provided with a preferential value applying means 100 having a function for calculating the priority of transfer information concerning relevant transfer information to be inputted from a terminal to the relay network and also having a function for transferring the above transfer information in relation to the preferential value, and with a filtering means 200 having a probability calculating function for uniquely calculating the preferential value transferred by the preferential value applying means 100 and a stochastic value from that value and also having a function for performing the processing of abandonment and passage corresponding to the stochastic value concerning the transfer information related with the preferential value.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-187072

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 L 12/56
29/06

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20
13/00

1 0 2 D
3 0 5 D

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-363710

(22) 出願日 平成9年(1997)12月17日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 栗本 崇

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 清水 敬司

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 川村 龍太郎

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山本 恵一

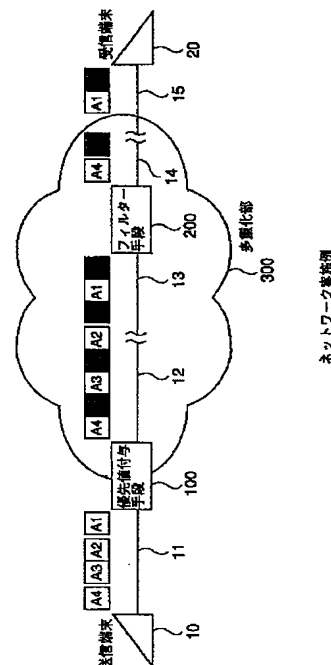
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワーク内パケット伝送方式およびパケット端末

(57) 【要約】

【課題】 コネクション毎のパケットの流量制御が公平になるようにパケット情報量を制御し、輻輳を拡大せず、流量制御の結果を端末に反映して転送時間を短縮させるパケット伝送方式および送信端末を提供する。

【解決手段】 パケットの中継ネットワークが、端末から中継ネットワークに入力される転送情報に対して、該転送情報の優先度を算出する機能と、該転送情報に、該算出した優先値を関連させ転送する機能をもつ優先値付与手段と、該優先値付与手段により転送された優先値と、その値から一意に確率値を算出する確率計算機能と、該優先値と関連する転送情報を該確率値に応じて破棄、通過の処理を行う機能をもつフィルター手段をもつ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報の中継機能を有する中継ネットワークと、
その中継ネットワークに接続され、中継ネットワークを介して情報を送受信する端末から構成されるネットワークにおいて、

端末から中継ネットワークに入力される転送情報に対して、該転送情報の優先度を算出する機能と、該転送情報に、該算出した優先値を関連させ転送する機能をもつ優先値付与手段と、

該優先値付与手段により転送された優先値と、その値から一意に確率値を算出する確率計算機能と、
該優先値と関連する転送情報を該確率値に応じて破棄、通過の処理を行う機能を持つフィルター手段をもつことを特徴とするネットワーク。

【請求項2】 請求項1のネットワークにおいて、
転送情報を複数に分割し、その一つ一つに宛先をつけた情報単位をパケットとして、ネットワークに入力し、ネットワークはそのパケットの宛先情報をもとに宛先まで転送を行うパケット転送サービスにおいて、
それぞれのパケット毎に優先値付与手段による優先値の付与、フィルター手段による優先値による廃棄を行うことを特徴とするパケット転送ネットワーク。

【請求項3】 請求項1及び2のネットワークにおいて、
同一中継回線の特定帯域に2組以上の端末間での情報の通信を多重化し、その帯域を共用する帯域共用型サービスの際、多重化部の先頭において該フィルター手段を用いることにより、パケット優先度に応じてパケットの破棄を行った後多重化することを特徴とする共用型パケット転送ネットワーク。

【請求項4】 請求項1及び2のパケット転送方式において、
端末毎にネットワークに入力されるパケット入力量を観測し、入力量に応じた値を当該端末からのパケットの優先度とし、
複数の端末からのパケットが、多重化部のフィルター手段を通過した後、通過転送量が端末毎に相互に等しいトラヒックをもつような破棄の関数を用いることを特徴とするパケット転送ネットワーク。

【請求項5】 送受信端末間で、ネットワーク内に入力した情報パケットの通過・非通過の情報の通信を行う機能を持ち、
該通過・非通過の情報をもとに送信端末からネットワークに入力するパケットの送信レートを制御する機能を有するパケット制御法において、
常に一定範囲の確率でパケットが廃棄されるように、送信レートを決定するレート決定機能を有することを特徴とする送信端末。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、中継ネットワークと情報を送受信する端末から構成されるネットワークにおいて、端末から送信された情報がネットワーク内を転送される際に、ネットワーク内の状況に応じて、転送の方式を制御するネットワークに関し、特に、パケットの公平な廃棄を行うことを目標とする帯域共用方法、ノード内パケット廃棄法、トランスポートプロトコル、輻輳回避レート制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の入力量制御の実施例を図14を用いて説明する。図中、1001は流量監視装置手段、1002は入力情報監視機能、1003は優先値埋め込み機能、1004はレート観測手段、1009は閾値越え判断機能、1010は閾値管理機能を、1011、1008、1007、1005、1006は信号を伝達する手段を、10は送信端末、11は送信端末とプライオリティ付与機能を接続する手段、12は流量監視装置手段からネットワークにパケットを転送する手段を表す。

【0003】ネットワークから、情報量流量監視装置に対して信号線1011を介して閾値が伝えられる。信号線1011を介して伝えられた該閾値は閾値管理機能に保持される。該流量監視装置内の入力情報監視機能は端末からの入力情報の有無をレート観測手段に通知する。レート観測手段は、該入力情報監視機能からの信号をもとに端末からの入力情報量を観測する。閾値判断越え機能は該閾値管理機能から与えられる該閾値と、該レート観測手段で観測された情報量を比較し、この値より大きければ、優先値“1”を優先値埋め込み機能によって入力情報内に埋め込む。また一方、入力量が閾値より小さければ“0”を埋め込む制御を行う。ここでは情報量の閾値 $V=2$ に対して、情報量 $v=3$ で入力された結果、閾値より大きいと判断されて優先値“1”が埋め込まれた例を示す。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、輻輳の発生するNWに於いて、輻輳発生時に輻輳箇所を通過する情報の流量制御を（1）該輻輳箇所を通過する複数コネクション毎の通過転送量を、それぞれが公平になるようにネットワークを通過するパケット情報量の制御を行うこと、（2）輻輳を広げないこと、（3）NWの流量制御による結果を、端末間でのレート制御に効率的に反映し、転送完了時間の短縮を実現すること、を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明の特徴は、情報の中継機能を有する中継ネットワークと、その中継ネットワークに接続され、中継ネットワークを介して情報を送受信する端末から構成されるネットワークにおいて、端末から中継ネットワークに入力される転送情報に対して、該転送情報の優先度を算出

する機能と、該転送情報に、該算出した優先値に関連させ転送する機能をもつ優先値付与手段と、該優先値付与手段により転送された優先値と、その値から一意に確率値を算出する確率計算機能と、該優先値と関連する転送情報を該確率値に応じて破棄、通過の処理を行う機能を持つフィルター手段をもつネットワークにある。

【0006】〔従来技術との差異〕従来は輻輳箇所が該箇所を通過することのできる情報量の閾値の計算手段、該閾値をネットワーク入り口の情報量流量監視装置に伝える手段をもったネットワーク等において、ネットワークから与えられる該閾値をもとに入力情報の優先度を決定する制御を行っていた。この制御を用いて、同一輻輳箇所を通過するコネクション間の公平性の維持の実現を行うためには複雑な閾値の計算を行うことのできる計算手段をネットワークが用意する必要性があった。

【0007】本発明ではこの流量制御を入り口でのプライオリティ付与と、各輻輳箇所でのプライオリティに基づく流量制御に分割することにより、複数コネクション毎の通過転送量を公平に保たせる制御を簡単な装置で行うことができる。

【0008】

【発明の実施の形態】〔実施例1〕以下は請求項1を実施する説明である。

【0009】第一に優先付与手段の実現を説明する。図1は、入力される情報の優先度に応じ、その優先度に基づく値を入力情報の内部に付与する優先値付与手段の実施例を説明する図である。図1で、10は送信端末を、100は優先値付与手段を、101は優先値計算機能を、102は端末から転送される情報を監視する入力情報監視機能を、103は端末からの情報に優先値を挿入する優先値埋め込み機能と、105は102から101に対して監視情報を伝える信号線を、106は101から103に埋め込むべき優先値を指示する信号線を、11は中継ネットワークと端末間の情報転送手段を、12は優先値付与手段から中継ネットワークへの情報転送手段を示す。

【0010】図2は図1における優先値計算の実施例を示す図である。入力情報監視機能は、あらかじめ決められた優先値決定要素から優先値を決定する。

【0011】本実施例では、転送情報としてA1、A2、A3、A4の順に優先値付与手段へ転送されており、入力情報監視機能はこの転送状況を観測し優先値計算機能へ伝える。優先値計算機能は図2に示されるように送信端末が指示した料金と、転送情報量から、優先値を求めている。ここでは料金=Bでかつ転送量=3から優先値=2が算出される。該優先値計算機能は、この優先値=2を優先値埋め込み機能へ転送し、優先値埋め込み機能はこの優先値2を転送情報列A1、A2、A3、A4の間に埋め込むことを実現する。

【0012】第二にフィルター手段の実現を説明する。図3は、入力される情報に埋め込まれた優先値に基づき

転送情報の廃棄、通過処理を行うフィルター手段の実施例を説明する図である。図3で、200はフィルター手段を、201は廃棄・通過判断機能を、202は転送される入力情報に付加された優先値を読み込む優先値観測機能を、203は転送情報を廃棄・通過処理する機能を、205は202から201に対して優先値情報を伝える信号線を、206は201から203に廃棄・通過を指示する信号線を、13、14は中継ネットワーク内の情報転送手段を示す。

【0013】図4は図3における廃棄判断の計算実施例を示す図である。優先値観測機能から伝えられた優先値をもとにその優先値のついた転送情報の固まりに対する廃棄確率を図4のグラフから計算を行う。

【0014】本実施例では、優先値2をもつ転送情報A1、A2、A3、A4に対して、確率1/3が求められる、この確率値に基づき該転送情報の通過・廃棄判断を行うことによって、結果として1/3の確率で転送されるように制御を行っている。結果A1・A4が通過し、A2・A3が廃棄されている。

【0015】次に、図5を用いて優先値付与手段と、フィルター手段をもつネットワークを説明する。

【0016】図中20は受信端末を、15は中継ネットワークと端末間の情報転送手段を表す。端末間の転送情報は図に示すネットワークにより転送される。

【0017】請求項2のようにネットワークに入力される情報を複数のパケットに分割し、入力されるパケットヘッダ内にプライオリティフィールドを設けたり、パケット情報につけ加えて転送し、分割されたパケット毎に破棄/通過の制御を行ってもよい。

【0018】〔実施例2〕上記実施例1で示したフィルター手段による廃棄は、請求項3に示すように、同一帯域への多重化を行う際であってもよい。

【0019】上記実施例1で示したフィルター手段による廃棄は、請求項4に示すように、通過パケットのトラヒックが端末毎に等しくなるように行ってもよい。

【0020】以下に同一帯域への多重化を行う場合の説明を示す。

【0021】図6は本発明による端末間の通信を多重化し、特定帯域を共用するネットワークの説明を行う図である。図中10は送信端末、200は優先順位付与手段、300は多重化部、400は分離部、20は受信端末を、11、12は端末と中継ネットワークを接続する情報転送手段、12は優先順位付与手段と多重化部を接続する情報転送手段、16は多重化部と分離部までを接続する情報転送手段、15は分離部と受信端末を接続する情報転送手段を示す。

【0022】図7は多重化部の構成実施例を示す。図中200はフィルター手段を、301は情報を蓄積するバッファ、303は多重化後の転送情報の識別子を付与する識別子付与機能を、302は接続されたバッファから転送情報を読み出す制御を行う読み出し制御部を示す。

【0023】各記号のハイフン以下は送信端末Cに接続されたことを-1、送信端末Bに接続されたことを-2として表す。

【0024】図6に示すように送信端末CからC1、C2、C3、C4の順に情報が転送される。送信端末BからはB1、B2の順に情報が転送される。各端末に接続された優先順位付与手段によって、C1、C2、C3、C4にはそれぞれ優先値3が、B1、B2には優先値1が付与される。ここでは入力情報量に比例した値を付与する例を示している。優先値が付与された転送情報は多重化部に転送される。多重化部ではそれぞれの端末からの情報をフィルタ手段を用いて廃棄通過処理を行った後、各端末からの情報を識別するための識別子を付与し、それぞれの転送情報を並べて転送手段16に出力する。図中C1、C4、B1、B2がそれぞれフィルタ手段を通過しそれぞれを交互に並べられている様子を示す。分離部400では入力転送情報の識別子を用いてB端末からの情報であるかC端末からの情報であるかを判別し、それぞれの端末に応じて転送手段15-1または15-2に転送する。

【0025】図7で具体的な多重化部の実施例を示す。多重化部に入力された転送情報はフィルタ手段での廃棄・通過処理、識別子付与機能での端末を識別する識別子の付与の後、バッファに蓄積される。200では入力された優先値の逆数を通過確率とし、廃棄・通過判断を行う例を示す。図では12-1からの優先値3をもつ情報は確率 $1/3$ でフィルタ手段200-1を通過することを示し、この結果C1、C2がバッファに蓄積される。12-2からの優先値1をもつ情報は確率1でフィルタ手段200-2を通過し、この結果B1、B2がバッファに蓄積される。バッファに蓄積された転送情報は、読み出し制御機能によって、順次読み出され出力される。結果CとBからの転送情報が公平な等しい通過量となる。

【0026】〔実施例3〕上記実施例2の実施例について、コンピューターシミュレーションにより評価を行った。図8は、本評価で用いたレートに基づくプライオリティ付与手段を示す。コネクション毎に固定の計測単位時間Tdが与えられそれを記録する機能と、過去Td時間内に通過した入力の情報リストを保持するテーブルと、新たなパケットの到着時に、パケットのヘッダ内にかかれたパケット長情報と該入力の情報リストが記されたテーブルから、現在を含むTd時間の通過情報量を算出する機能と、プライオリティ＝通過情報量/Tdとして算出し、入力パケットに付加する機能により実現する。

【0027】図9は本評価で用いたプライオリティに基づくフィルタ手段を示す。Q長変化の観測機能、観測されたQ長からプライオリティ閾値を算出する機能、ブロックの先頭セルの入力時にそのブロックに書き込まれたプライオリティと保持しているプライオリティ閾値に

応じて廃棄・通過判断を行う機能、セル到着毎に廃棄・通過処理をブロック毎に管理する機能により実現する。フィルタ部の動作を説明する。

【0028】まず始めに、Q長の観測について説明する。Q長は以下のような平均Q長を観測する。平均Q長情報はブロック先頭セルの到着毎に更新される。nパケット目が到着したときのQ長を $Q_0(n)$ 、平均Q長を $Q(n-1)$ で表すとき式1に示すローパスフィルタを用いた計算に従って $Q(n)$ を計算する。

$$Q(n) = wQ_0(n) + (1-w)Q(n-1) \dots 1$$

【0029】次に、閾値 V_{th} の計算についての説明を行う。閾値 V_{th} の更新は、観測している平均Q長を用いる。時刻tはnパケット目～n+1パケット目が到着する間とし、 $Q(n)$ を $Q(t)$ として表す。現在のプライオリティ閾値が $V_{th}(t)$ であったとし、時刻t1に閾値 $V_{th}(t)$ を式2に従って $V'_{th}(t)$ に更新する。式2中 Q_c はパラメーターであり一定値を与える。この閾値の更新は Δt 毎に行われる。

$$V'_{th}(t) = [(1+1/Q(t))/(1+1/Q_c)]V_{th}(t) \dots 2$$

【0030】次にパケットが到着する際のパケットの廃棄・通過判断についての説明を行う。パケットが到着時に、パケット内のプライオリティPを検出し、その時刻のプライオリティ閾値 $V_{th}(t)$ とプライオリティPから以下に示す廃棄確率Bに従ってブロックの選択廃棄を行う。

$$B = V_{th}(t)/P \quad (V_{th}(t)/P < 1) \dots 3$$

$$1 \quad (V_{th}(t)/P \geq 1)$$

【0031】また、ネットワークは図10に示す1リンクモデルとした。リンク速度150Mbps、各ソースは無限大のコンテンツを持つピーク速度10Mbpsの端末が接続されている。ここで端末TCPと同様のレート制御を行うとした、但し以下の点がことなる。

- ・ブロック廃棄が発生した場合、送信端末はブロック廃棄発生後のRTT後に確実に再送制御を開始する。

- ・再送制御としてロスパケットからのGo-Back-Nを用いる。

- ・輻輳ウィンドウを用いる標準的な輻輳制御を行う。

【0032】リンクの伝搬遅延をdとおき、端末～ノード間d、ノード～端末間の伝搬遅延d、さらに復路はバッファなしの2dの遅延のみを付与する。 $T=4d$ が伝送遅延による往復遅延となる。遅延Tdとなる確率を $P(Td)$ とすると以下の式で与える。

$$P(Td) = T_m + 1/T_a \cdot \exp(-Td/T_a) \dots 4$$

【0033】上記構成のシミュレーションを用いた、コネクション増加に対する通過転送量の公平性についての評価を示す。各パラメーターを以下にとる。式4の T_a を90ms、 T_m を10ms、閾値の更新間隔 $\Delta t=1s$ 、1パケット=583バイト、式1の $w=0.0002$ 、 $Q_c=10$ ブロックとして、時刻t=0からコネクション数 $N=30$ として転送を開始し、時刻t=50sにおいて定常状態に

なった後、時刻 $t > 50s$ で平均 $1s$ の指数分布間隔でコネクションが接続される。全てのコネクションは無限量の情報を転送する。この系での、時刻 $t = 0$ から接続されていた30本のコネクションについて各コネクションの

転送量の時間変化を観測し、時刻 $t \sim t + 10s$ 間の平均スループット $v_i(t)$ を計算し、それに対するFairness Indexを式5で算出し表1に示す。

【表1】

表1

t	$v_i = t \sim t+10s$ 間の平均速度のFairIndex	t	$v_i = t \sim t+10s$ 間の平均速度のFairIndex
100	0.99949399	150	0.99949853
110	0.99939532	160	0.99938175
120	0.99940166	170	0.99900989
130	0.99902991	180	0.99924902
140	0.99958826	190	0.99936913

【0034】このFairness Indexが1に近いほど公平であることを表す指標である。この結果、30本のコネクションは、公平な転送量が達成されていることを示している。

Fairness Index = $(\sum v_i)^2 / (n \times \sum v_i^2) \dots 5$

【0035】【実施例4】図11、12、13は端末間の情報転送量が、輻輳箇所によって制限される場合に、端末間で転送量制御を行うことを説明する図である。

【0036】図11中、10が送信端末、20が受信端末、100が優先値付与手段、400、401、402、403がフィルター手段、11、12、13、14、15は情報転送接続手段を示す。ここでは優先順位付与手段は入力情報量に応じた優先値を付与することとする。優先値を付与された転送情報はフィルター手段を通過して受信端末までネットワーク内を転送される。この時、各フィルター手段は、ネットワーク状況に応じて、通過情報量を公平にすることが可能であるとし、ここでは13の転送手段で、 $v=4$ の転送量が許可され、12、14、15では $v=4$ 以上の十分な量の情報転送が可能であるとする。上記ネットワークの状況において、端末はNWの輻輳によりNW内を通過する情報量が制限される状況が発生する。

【0037】図12には、このような状況下での送信端末からの情報転送における、本発明の実施例を示す。送信端末が $V=4$ 以上の速度 $V=6$ で転送した場合、 $V=2$ の情報量は、フィルター401で廃棄される。受信端末は受け取った情報を確認することによって途中で $V=2$ の情報量が廃棄されていることを確認することができる。すなわち、ある時刻 t_1 に送信端末が $v(t_1)$ の情報量を転送を行った結果、受信端末は損失量 $b(t_1)$ として計測することが可能である。この $b(t_1)$ を送信端末に対して通知する。この結果、送信端末は $v(t_1)$ で出力した情報が $b(t_1)$ で廃棄されたことから、次の送信速度を、廃棄量がある一定値 B に近づけるように変更し、 $V(t_1 + \tau)$ として出力する。ここでは $v(t_1 + \tau) = v(t_1) \times \alpha$

$\times B/b(t_1)$ で算出する例を示した。

【0038】図13にここで説明した情報量変更制御のフローを示す。

【0039】

【発明の効果】本願発明のネットワーク内パケット転送方式及びパケット端末ではパケット内の宛先情報に対応した優先度に応じた値から、各端末間の通信での入力量を算出する。そして、あらかじめ与えられた入力量とその算出された入力量を比較して算出された入力量が多い場合はあらかじめ与えられた確率で、その該当するパケットを廃棄する手段を持っている。このような手法により、ネットワークや端末からの入力/出力速度に寄らずに、パケットの転送制御が可能である。この転送制御は、網内で破綻することはない。

【0040】さらに、本発明の手法によれば、次の3点も実現される。

- (1) パケットの優先度に応じた帯域の共有ができる。
- (2) 網を通過するパケットの量が送信端末間で公平となる。
- (3) 網をパケットが転送するために要する時間が短くできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における優先値付与手段実施例である。

【図2】本発明における優先値計算実施例である。

【図3】本発明におけるフィルター手段実施例である。

【図4】本発明における廃棄確率計算実施例である。

【図5】本発明におけるネットワーク接続例である。

【図6】本発明における多重化実施例である。

【図7】本発明における多重化部構成例である。

【図8】本評価に用いた優先値付与手段である。

【図9】本評価に用いたフィルター手段である。

【図10】本評価に用いたネットワークである。

【図11】本発明における中継ネットワーク接続例である。

【図1 2】本発明における端末間レート制御実施例である。

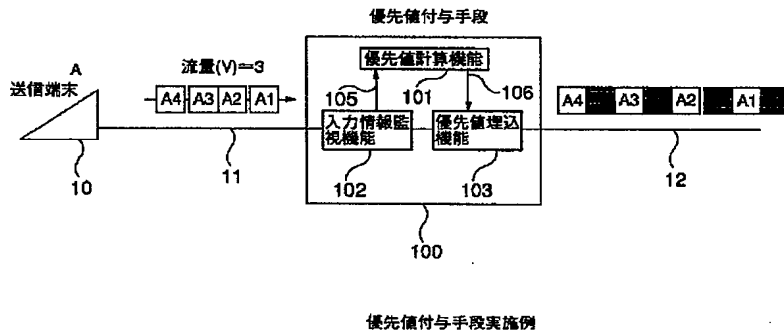
【図1 3】本発明における端末間レート制御フロー例である。

【図1 4】従来の優先値付与手段である。

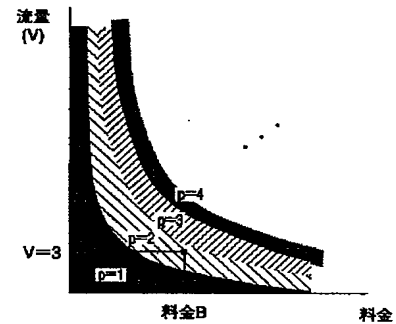
【符号の説明】

- 10 送信端末
- 20 受信端末
- 100 優先値付与手段
- 200 フィルター手段
- 300 多重化部

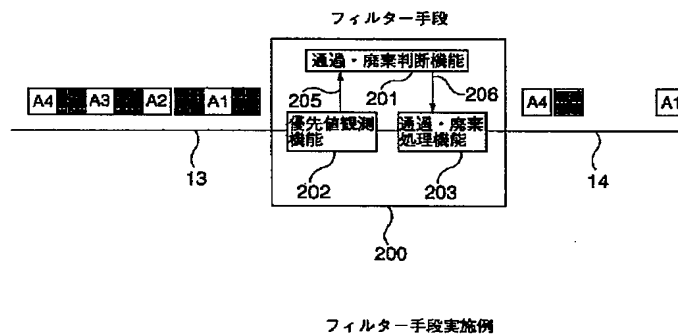
【図1】



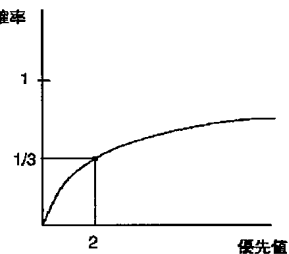
【図2】



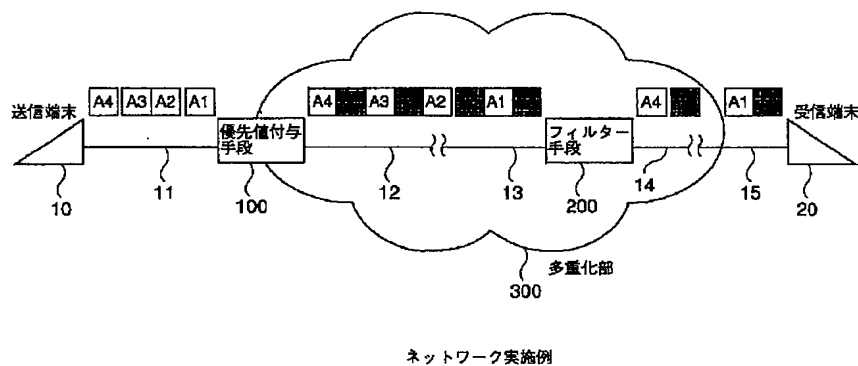
【図3】



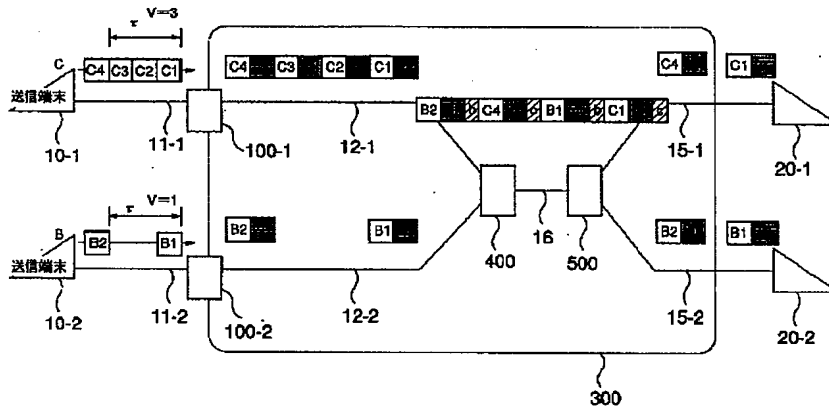
【図4】



【図5】

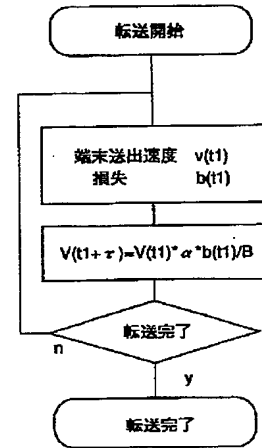


【図6】



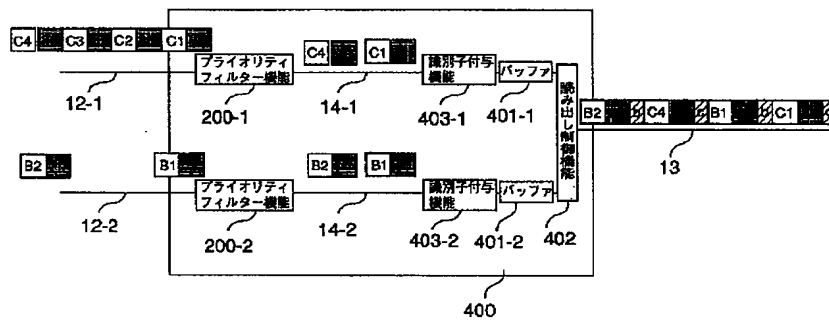
本発明における多重化実施例

【図13】



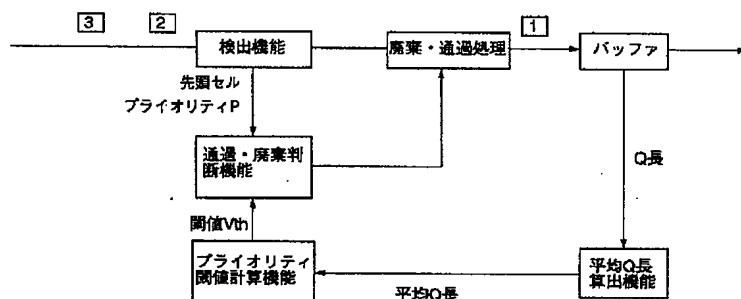
本発明におけるレート制御フロー実施例

【図7】

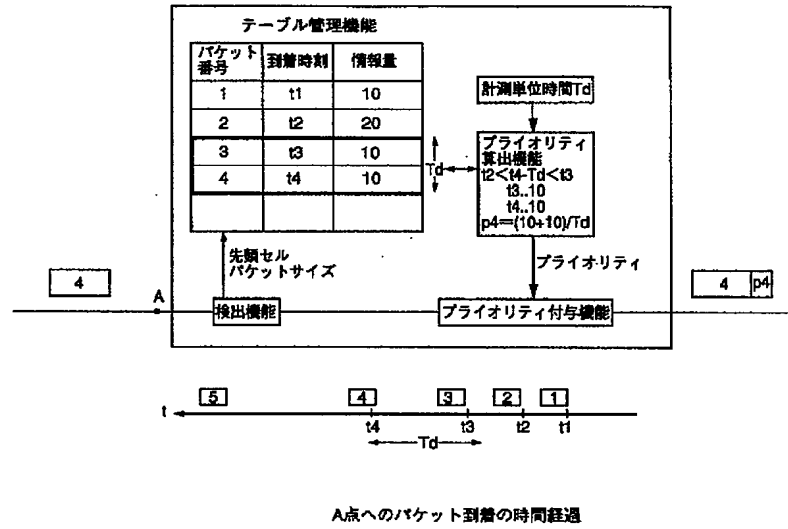


多重化部構成実施例

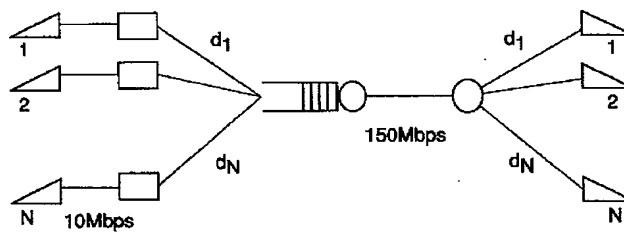
【図9】



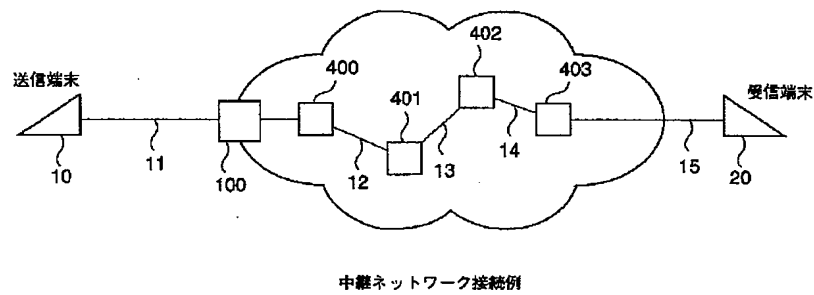
【図8】



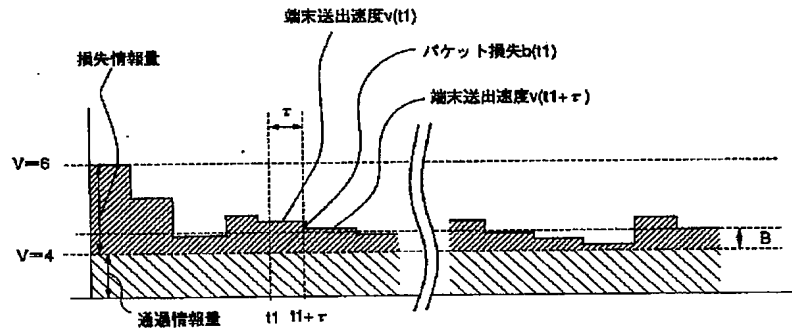
【図10】



【図11】

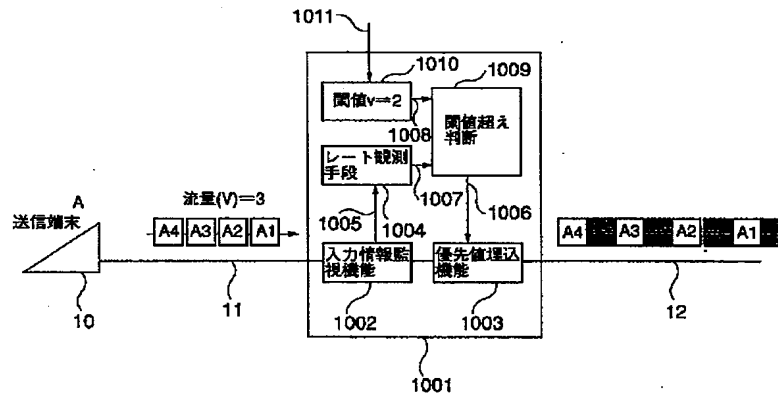


【図12】



本発明における端末間レート制御実施例

【図14】



従来のプライオリティ付与を説明する図

フロントページの続き

(72)発明者 林 一博
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内